

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-105187
 (43)Date of publication of application : 24.04.1998

(51)Int Cl

G10L 3/00

(21)Application number : 09-253408
 (22)Date of filing : 18.09.1997

(71)Applicant : DIGITAL EQUIP CORP <DEC>
 (72)Inventor : EBERMAN BRIAN S
 GOLDENTHAL WILLIAM D

(30)Priority

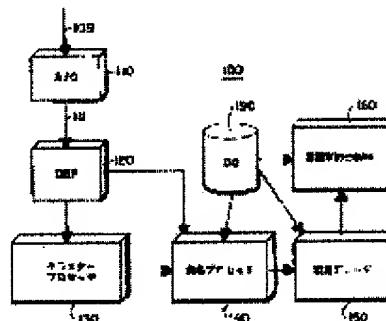
Priority number : 96 717391 Priority date : 20.09.1996 Priority country : US

(54) SIGNAL SEGMENTALIZATION METHOD BASING CLUSTER CONSTITUTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To segmentalize directly a continuous signal by sectioning a digital sample to plural sample groups, and combining adjacent sample groups when distance between adjacent samples is smaller than the prescribed threshold value.

SOLUTION: A digital signal processor(DSP) 120 synthesizes a series of digital sample with a sample of an individual group for example non-overlap frame. In a cluster processor 130 adjacent groups, that is, a frame is combined with larger individual group based on difference between adjacent groups of samples, that is measurement of statistical distance. These distance is calculated from self-correlation matrix. When distance between two adjacent groups is smaller than the threshold value, samples of their group are combined and larger group that is, a cluster is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-105187

(43)公開日 平成10年(1998)4月24日

(51)Int.Cl.
G 10 L 3/00

識別記号
515

F I
G 10 L 3/00

515 A

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L. (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-253408

(22)出願日 平成9年(1997)9月18日

(31)優先権主張番号 08/717391

(32)優先日 1996年9月20日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 590002873
デジタル イクイップメント コーポレイ
ション

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州
01754-1418 メイナード パウダー ミ
ル ロード 111

(72)発明者 ブライアン エス エイバーマン
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州
02144 サマーヴィル ウィロー アベニ
ュー 26

(74)代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

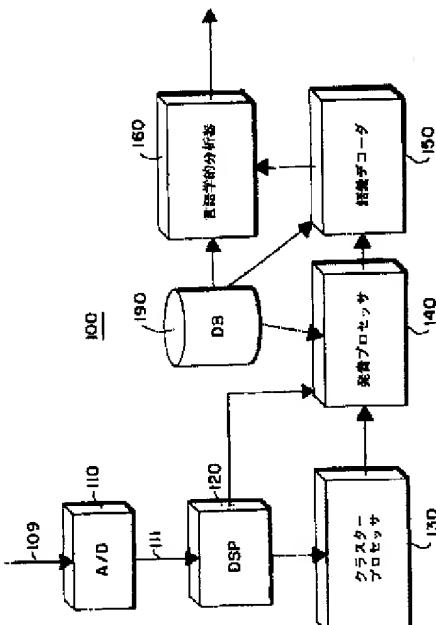
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 クラスタ構成をベースとする信号セグメント化方法

(57)【要約】

【課題】 連続する信号を直接的にセグメント化するためのコンピュータ化された方法を提供する。

【解決手段】 連続する信号は、その統計学的不变単位を決定するようにセグメント化される。連続する信号は、周期的な間隔でサンプリングされ、タイミングどりされた一連のデジタルサンプルが形成される。一定数の隣接するデジタルサンプルが複数の個別の組即ちフレームにグループ分けされる。隣接フレーム間の統計学的な距離が決定される。その統計学的な距離が所定のスレッシュホールドより小さい場合には、隣接する組が、より大きなサンプル組即ちクラスターへと合体される。繰り返しプロセスにおいて、隣接する組の間の統計学的な距離が決定され、そしてその距離が所定のスレッシュホールドより小さい限り、その組が繰り返し合体されて、信号が統計学的不变単位へとセグメント化される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号をセグメント化するためのコンピュータ化された方法において、
周期的な間隔で信号をサンプリングして、一連のデジタルサンプルを形成し、
上記デジタルサンプルを複数のサンプル組に区切り、
隣接するサンプル組の間の距離を測定して1組の距離を
決定し、そして隣接する信号組の間の距離が所定のスレッショールド値より小さい場合には隣接するサンプル組を合体する、という段階を備えたことを特徴とする方法。

【請求項2】 隣接するサンプル組の間の距離が所定のスレッショールド値より小さい限り隣接するサンプル組を繰り返し測定及び合体し、連続する信号を統計学的に不变の単位へとセグメント化する段階を更に備えた請求項1に記載の方法。

【請求項3】 統計学的に充分な記述により各組のサンプルを表示する段階を更に備えた請求項1に記載の方法。

【請求項4】 各組の隣接サンプルの積を加算して、各組のサンプルの自己相関マトリクスを形成する段階を更に備えた請求項3に記載の方法。

【請求項5】 自己相関マトリクスを加算して、隣接するサンプル組の対を合体する段階を更に備えた請求項4に記載の方法。

【請求項6】 別々である隣接するサンプル組の対と、
單一のサンプル組へと合体される隣接するサンプル組の
対との距離の一般化された見込み比を決定する段階を更
に備えた請求項1に記載の方法。

【請求項7】 各組は同数のサンプルを含む請求項1に記載の方法。

【請求項8】 最小記述長さの見込みを用いて各組のサンプルを記述するために最適数のパラメータを選択する段階を更に備えた請求項2に記載の方法。

【請求項9】 統計学的距離の組の最小距離を決定し、
そして最小の統計学的距離を有するサンプルの隣接組を
最初に合体する、という段階を更に備えた請求項1に記載の方法。

【請求項10】 連続する信号は、スピーチ信号であり、
そして統計学的に不变の単位は、言語学的エレメントに
関連している請求項2に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は一般に信号処理に係り、より詳細には、連続する信号をセグメント化する方法に係る。

【0002】

【従来の技術】連続する信号において統計学的に不变の単位を正確に識別すると、信号を処理する間の計算コストを実質的に減少することができる。統計学的に不变の

単位とは、統計学的に同様に記述できる特性を有する連続信号の個別部分である。

【0003】不变な単位を識別するには、セグメントの境界の位置が必要となる。セグメントの境界が正しく仮定される場合には、単位に関連した情報を相關するのに必要な努力が著しく低減される。セグメント化は、信号の基礎的な内容に関する事前の知識があまりない場合には特に困難である。

【0004】例えば、スピーチ認識システムでは、何が話されたか決定するために連続信号が処理される。信号を統計学的に不变な単位にセグメント化することは、セグメントベースのスピーチ処理システムにおいて重要なサブプロセスである。セグメント化は、言語学的エレメントにおそらく対応する信号の部分の考えられる境界を識別する。統計学的に不变な単位を正確に識別することは、計算コストの著しい減少に通じる。セグメント境界が正しく仮定される場合には、対応する言語学的エレメントのデータベースをサーチする時間が相当に減少される。信号の内容に関する事前の知識があまりない場合には、セグメント化が特に困難である。

【0005】ほとんどの信号処理システムは、連続的なアナログ形態の信号を受け取る。アナログ信号は、通常一定の割合でサンプリングされて、コンピュータシステムにより処理することのできる一連のデジタルサンプルを形成する。

【0006】R. アンドレ・オブレッチ著の「連続スピーチ信号の自動セグメント化(Automatic Segmentation of Continuous Speech Signals)」、ブロードィングズ・オブ IEEE-IEC E F - AS ジンターナショナル・コンファレンス・オン・アコースティック・スピーチシグナル・プロセッシング、第3巻、第2275-2278ページ、1986年4月に掲載された1つの公知のセグメント化技術は、統計学的な解決策を使用して、連続信号のスペクトル変化を検出するものである。この技術は、3つの固定ウインドウを用いて信号をサンプルごとに処理する。

【0007】第1のウインドウは、最後に検出された変化の時間の後の最初のサンプルで開始して現在の測定で終了する成長するウインドウである。従って、第1のウインドウは、最後に検出された変化の後の全ての測定を含む。第2のウインドウは、最後に検出された変化の時間の後の最初のサンプルで開始して現在測定よりも一定のL個のサンプルだけ前に終了する。従って、第2のウインドウは、最後のL個のサンプルを除く全てのサンプルに対し第1のウインドウにオーバーラップする。第3のウインドウは、第2のウインドウの後に開始し、現在の測定で終了する。従って、第2のウインドウは、第3のウインドウと組み合わされて、オーバーラップを伴わない第1のウインドウに含まれる全ての測定を含む。

【0008】上記技術は、これら3つのウインドウを使

50

用して、ウインドウ内のサンプルに対する逐次の見込み比のテストを計算する。最後に検出された変化以来の全ての測定が1つの統計学的単位に属する見込みは、第1のウインドウを用いて計算される。この見込みは、現在の測定より過去に変化を生じるL個のサンプルを伴う2つの統計学的単位に測定が属する見込みと比較される。見込み比のテストにおいては、第1のウインドウは、サンプルに変化がないナル仮定をエンコードし、一方 第2及び第3のウインドウは、変化の仮定をエンコードする。

【0009】サンプルは、3つのウインドウの各々を前進させることにより信号の時間的な順序で順次に処理される。その変形においては、信号のサンプルが時間的に前後に処理され、それにより得られるセグメント境界が合成されて、1つのセグメントが形成される。

【0010】別の変形においては、変化の仮定に対して複数のウインドウを使用することができる。この場合に、各ウインドウは、複数の長さLに対応する。この技術の全ての変形は、個々のサンプルに対して直接作用するので計算量が甚だしくなる。更に、サンプルが時間的順序で処理されるので、サンプルが特定のセグメントで識別されると、サンプルは、再検査されない。この順次の処理は、誤った境界を形成することがある。

【0011】別のセグメント化解策では、信号のサンプルが、最初に、一連の固定長さのオーバーラップフレームにグループ分けされる。これらのフレームは、次いで、各フレームにウインドウベクトル、通常はハミングウインドウを適用して、サンプルベクトルを形成することにより、導出された観察ベクトルへと変換される。次いで、各サンプルベクトルに高速フーリエ変換を適用し、最終的に導出された観察ベクトルが形成される。フレームのオーバーラップにより、時間に伴う信号のスペクトル変化が実質的に平滑化される。この平滑化は、変化の検出を困難なものにする。更に、ウインドウベクトルの適用は、周波数ドメインにおけるスペクトルの平滑化も生じる。これも、スペクトル変化のサイズを減少する。

【0012】観察ベクトルのパラメータは、メル周波数電力スペクトル係数(MFSC)又はメル周波数セブストラル係数(MFCC)であり、これは、P.マーメルスティン及びS.デービス著の「連續的に話されたセンテンスを単音節ワード認識するためのパラメータ表示の比較(Comparison of Parametric Representation for Monosyllabic Word Recognition in Continuously Spoken Sentences)」、IEEE Trans. ASSP. 第23巻、第1号、第67-72ページ、1975年2月に説明されている。

【0013】観察ベクトルは、ハイアーラー式クラスター構成技術を用いて合成することができる。これについては、例えば、J.R.グラス著の「スピーチにおける

音響規則性の発見、音声認識への適用(Finding Acoustic Regularities in Speech, Applications to Phonetic Recognition)」、Ph.D論文、デパートメント・オブ・エレクトリカル・エンジニアリング・アンド・コンピュータサイエンス、MIT、1988年5月を参照されたい。この技術においては、ある類似性計測を用いて次の隣接ベクトルが合体される。例えば、この技術は、隣接ベクトル間の「差」即ち距離を測定することができる。一对の隣接ベクトル間の距離が、ある所定のスレッシュホールドより小さき場合には、それらのベクトルが合体されてクラスターを形成する。このように合体されたクラスターに対し2つの隣接クラスター間の距離がスレッシュホールドより大きくなるまでこのプロセスが繰り返される。この点において、クラスターを言語学的エレメントで識別することができる。

【0014】MFCCで表される観察ベクトルについては、差の測定値が正規化された距離となる。例えば、2つの測定ベクトルx及びyの間の正規化された距離は、次の数式で表される。

【数1】

$$d(x,y) = \frac{x^T y}{\|x\| \|y\|}$$

【0015】MFSCの対数間で重み付けされたユークリッド距離が測定される場合には、若干良好な結果を得ることができる。この形式のクラスター構成に伴う問題は、生のデジタルサンプルに存在するある情報が、導出された観察ベクトルにおいて失われ、最適なセグメント化の結果に到達しないことである。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】そこで、オーバーラップフレームを用いて信号を一連の導出された観察ベクトルへと最初に変換することなく連続的な信号を直接的にセグメント化することが望まれる。更に、信号の内容について事前の知識をもたずに信号をセグメント化することも望まれる。加えて、トランスクリプション(転記)エラー率が減少されるように信号をセグメント化することも望まれる。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明のコンピュータ化された方法において、連続する信号は、その統計学的に不变の単位を決定するためにセグメント化される。連続する信号は、まず、周期的な間隔でサンプリングされ、タイミングどりされた一連のデジタルサンプルが形成される。固定数の隣接するデジタルサンプルが、複数の個別の組のサンプルへとグループ分けされ、例えば、これらの組は、非オーバーラップフレームである。

【0018】次いで、隣接対の組即ちフレームのサンプル間の統計学的な距離が決定され、1組の統計学的な距離が形成される。隣接するサンプル組は、それらの間の統計学的な距離が所定のスレッシュホールド値より小さ

い場合には、より大きなサンプル組即ちクラスターへと合体される。

【0019】測定及び合体プロセスは、隣接するサンプル組の間の全ての統計学的距離が、少なくとも、信号を統計学的に不变な単位にセグメント化するためのスレッシュホールド距離になるまで、繰り返し実行される。

【0020】本発明は、その広い形態において、請求項1に記載の連続する信号をセグメント化するためのコンピュータ化された方法に関する。本発明の好ましい実施形態においては、フレームのサンプルが、統計学的に充分な記述、例えば、積の加算技術により形成される自己相関マトリクスによって表される。サンプルの隣接組のマトリクスの加算は、生のサンプルを合体することと等価である。

【0021】本発明の変形においては、連続する信号がスピーチ信号であり、そして統計額的に不变の単位が言語学的エレメントに関連される。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明は、添付図面を参照した好ましい実施形態の以下の詳細な説明から充分に理解されよう。添付図面の図1は、本発明を用いた信号処理システム100の1つの実施形態を示す。このシステム100は、互いに接続されたアナログ/デジタルコンバータ(A/D)110と、デジタル信号プロセッサ(DSP)120と、クラスター・プロセッサ130と、発音プロセッサ140と、語彙デコーダ150と、言語学的解析器160とを備えている。又、システム100は、発音、語彙及び言語学的情報を記憶するためのデータベース(DB)190も備えている。

【0023】図2を参照して、システム100の一般的な動作を説明する。A/Dコンバータ110は、ライン109を経て連続する信号210、例えば、スピーチ信号を受け取る。信号210は、A/Dコンバータ110にローカル位置で接続されたマイクロホンから収集することもできるし、又は信号210は、遠隔位置のセンサから電話システム又はインターネットのような通信ネットワークを経て受け取ることもできる。

【0024】A/Dコンバータ110は、例えば16KHzのサンプリングレートを用いて連続信号210を周期的にサンプリングし、タイミングどりされた一連のデジタル信号220をライン111に形成する。このサンプリングレートは、5ミリ秒(ms)の間隔当たり80個のデジタルサンプルを発生する。他のサンプリングレートも使用できる。ネットワークを経て信号が受け取られる場合には、既にデジタル形態にある。

【0025】DSP120は、固定数の一連のデジタルサンプル220を、時間的に一連の個別の組のサンプル、例えば、非オーバーラップフレーム230へと合成する。各組のサンプル、例えば、フレーム231は、80個のサンプル220を含み、5msの分解能を与える

ことができる。この分解能は、信号の小さな変化を検出するのにその後の処理時間をあまり長くすることなくその処理中に確実な推定値を与えるに充分な長さである。

【0026】本発明の好ましい実施形態では、各組即ちフレームのサンプル(y)は、充分な統計学的記述、例えば、自己相関マトリクス(I)で表される。自己相関マトリクスにおいては、その組の隣接サンプルが積の加算技術を用いて加算される。所与の数(L)の隣接サンプルを表す自己相関マトリクスIは、次の数2の式で決定することができる。

【数2】

$$I_{ij} = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^{L-1} y(t-i+l)y(t-j)$$

但し、 $i = 0 \dots q$ 、 $j = 0 \dots q$ であり、Lは、サンプルの数で、例えば5msの組即ちフレームに対し80であり、そして自己相関シフトの数qは、ほぼ7ないし14の範囲である。

【0027】次いで、一連の繰り返し段階において、サンプルの隣接組230の対間の距離が決定される。隣接組のサンプルが合体され、より大きな組のサンプル即ちクラスター240が形成される。例えば、クラスター242は、フレーム231及び232に取って代わり、そして更に別の繰り返しの間に、クラスター243は、クラスター241及び242に取って代わる。この動作は、サンプルの2つの隣接組の間の距離が、少なくとも、最終組のサンプル、例えば、クラスターCk250を形成するためのスレッシュホールド値Tになるまで、繰り返される。例えば、最終クラスター251は、クラスターCk1ないしCk2の組合せである。

【0028】クラスター・プロセッサ130では、以下に詳細に述べるように、隣接する組、即ちフレーム230が、サンプルの隣接組間の差、即ち統計学的「距離」の測定に基づいて、より大きな個別の組へと合体される。これらの距離は、フレーム230の充分な統計学的記述、例えば、自己相関マトリクスIから計算される。

【0029】2つの隣接組の自己相関マトリクスI間の距離が、ある所定のスレッシュホールドTより小さい場合には、それらの組のサンプルが合体されて、より大きな組即ちクラスターが形成される。差の小さい隣接フレームは、おそらく同じ統計学的不变単位の一部分であり、これは、ここに述べる実施形態では、対応する言語学的エレメントの全部又は一部を表す。

【0030】それ故、クラスターCk250は、連続信号210の考えられるセグメントを表す。クラスター・プロセッサ130の出力、例えば、クラスター250と、導出された係数、例えば、従来の技術を用いてDSP120により発生されたMFCCは、プロセッサ140により処理されて、例えば、信号の各セグメントを最良に特徴付ける言語学的エレメントを決定することができ

る。語彙デコーダ150は、言語学的エレメントを合成して、統計学的不变単位の組合せを最良に表す考え方られるワードを推論することができる。言語学的分析器160は、文法法則等に基づきスピーチ信号210の実際のスピーチ内容を決定するのに使用される。

【0031】より詳細には、好ましい実施形態では、クラスター距離の計測は、ホワイトガウスノイズにより駆動される直線的予想コード化(LPC)モデルを用いてデジタルサンプル220から直接的に導出される。 $y(n)$ 個のデジタルサンプルに対する標準的なLPCモデルは、次の数3の通りである。

【数3】

$$y(n) = \sum_{i=1}^q a_i y(n-i) + v(n)$$

但し、 a_i 、 $y(n-i)$ は、 q 個の以前のサンプルに基づく現在サンプルの直線的予想であり、そして $v(n)$ は、変化 V に伴うホワイトゼロ平均ガウスプロセスを表す。

【0032】LPCモデルは、パラメータ $\theta = (\{a_i\}, V)$ によって特徴付けされる。パラメータの最適値、例えば θ_0 は、パラメータ θ を越えてサンプル y の見込みを最大にすることにより決定される。更に、クラスターを最良に記述するLPCパラメータの数は、サンプル y の見込みに最小記述長さ(MDL)を加えることにより選択することができる。クラスター距離は、最終的には、パラメータ推定値(θ')を使用して決定される距離である。それにより得られる一連の測定値 $y_{1'} \dots y_{n'} / \theta'$ は、それに関連する残余の見込みであり、次の数4で表される。

【数4】

$$\prod_{t=1}^{n'} p(v(t)|y_{1'}, \theta')$$

この見込みの値は、サンプルの自己相関マトリクス I から計算できる。

【0033】クラスター距離は、サンプルの2つの隣接組、例えばフレーム又はクラスターが、異なる又は独立した統計学的不变単位の一部分であるというナル仮定と、サンプルの2つの隣接組が、単一の統計学的不变単位の一部分であるという仮定との間の(対数)見込み比として表される。例えば、図3に示すように、2つの隣接クラスター C_1 、310及び C_2 、320に対するデジタルサンプル220の組は、各々、 $y_{1'} \dots y_{n'}$ 及び $y_{1'} \dots y_{n'}$ である。この場合に、潜在的な合体クラスター C_{330} に対するサンプルの組は $y_{1'} \dots y_{n'}$ である。この場合、クラスター距離 $d(C_1, C_2)$ は、次の数5で表された一般化された見込み比である。

【0034】

【数5】

$$\frac{\max_{\theta_1, \theta_2} L(y'| \theta_1) L(y_{1'} | \theta_2)}{L(y'| \theta)}$$

この比がスレッシュホールド T より小さい場合には、クラスター310及び320のサンプルを合体してクラスター330を形成しなければならない。というのは、それらが同じ統計学的不变単位の一部分である可能性が高いからである。この比がスレッシュホールドより大きい場合には、クラスター310及び320のサンプルを合体してはならない。合体の弁別は、スレッシュホールド T が適切な値にセットされた場合に行うことができる。

【0035】図4は、好ましい「ボトムアップ(底上げ)」クラスター構成を詳細に示す。図4において、項目 $f_1 \dots f_8$ は、図2の8つのフレーム230のサンプルの個別の組から導出された相関マトリクスを表す。距離 $d_1 \dots d_7$ は、フレームの隣接対のサンプル間の各統計学的距離を表す。距離 $d_1 \dots d_7$ のどれが最も小さいかを調べる判断がなされ、例えば、 d_4 が得られる。この最小距離 d_4 がスレッシュホールド値 T より小さい場合には、フレーム f_4 及び f_5 のサンプルが合体されて、最初のクラスター c_45 が形成される。即ち、 c_45 が f_4 及び f_5 に取って代わる。フレームは、サンプルの自己相関マトリクスを計算することによって合体することができる。合体の後に、 f_3 と c_45 との間及び c_45 と f_5 との間の距離が d_{345} 及び d_{456} として再計算される。

【0036】最も小さな距離を見出すプロセスが、距離 $d_1 \dots d_2$ 、 d_{345} 、 d_{456} 、 d_6 及び d_7 に対して繰り返されて、新たな最小距離が決定される。新たな最小距離、例えば d_{345} が依然としてスレッシュホールド T より小さい場合には、 f_3 と c_45 との合体が行われて、クラスター c_{345} が形成され、そして距離が $d_1 \dots d_2$ 、 d_{2345} 、 d_{3456} 、 d_6 及び d_7 として再計算される。サンプルの隣接組間の全ての距離が少なくともスレッシュホールドとなるまで、これらの段階が繰り返される。

【0037】このボトムアップ合体は、「貪欲(greed) \vee 」な合体である。この貪欲な合体では、全ての隣接する最終組間の合計距離がある最小距離より大きいようなフレームのクラスターが形成される。或いは又、和の合計距離が、対ごとの貪欲な合体により導出された合計距離より小さいような最適なやり方でフレームを合体することも考えられる。

【0038】音声認識の目的で、この貪欲な合体をベースとするセグメント化は、最適な合体よりも優れた結果を与える。付加的な効果として、ボトムアップ隣接合体は、セグメントの数が増加するときに処理時間を直線的に増加するだけであるが、トップダウン(上から下へ)の最適合体では、処理に要する時間がセグメントの数と共に二次関数的に増加する。

【0039】この統計学的なクラスター構成技術を適用すると、同じ挿入レートに対し、高速 Fourier 変換を用いて導出された観察ベクトルに基づくクラスター構成技術のほぼ半分の削除レートが示される。更に、後者の技術は、スペクトル推定値を平滑化する傾向があり、スペクトル変化を検出する見込みを低減する。以上、スピーチ認識システムについてクラスター構成技術を説明したが、この技術は、音声単位の識別を必要とする他のスピーチ処理システムにも使用できることが理解されよう。

【0040】更に、本発明のクラスター構成技術は、個別の統計学的に不变の組のサンプルのシーケンスとして表すことのできるデジタル的にサンプルされる連続信号にも適用できることが当業者に明らかである。最初の組は、直線的予想コード化パラメータの健全な推定値を与えるに充分な数のサンプルを有するだけよい。最初のサンプル組におけるサンプルの数は、最初の組のサンプルが互いに本質的に統計学的に不变である限り、大幅に変更してもよい。

【0041】時間と共にデジタルでサンプルされる信号のスペクトル特性の変化により所望のセグメントが特徴付けられるいかなる用途においても、改善されたセグメント化結果を達成することができる。従って、本発明のクラスター構成技術は、デジタルでサンプルされる他の信号、例えば、タービン符号、宇宙波、ロボット組立中の力測定、航空機の振動測定等（これらに限定されない）のセグメント化にも適用できる。

【0042】以上、特定の実施形態について本発明の原*

*理を説明したが、これら実施形態に対し本発明の範囲内で種々の変更がなされ得ることが当業者に明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好ましい実施形態による信号処理システムのブロック図である。

【図2】生の連続信号から直接的に形成した統計学的に不变の単位に対応するクラスターのタイミング図である。

【図3】単一の大きなクラスターへと合体することができる2つのクラスターのブロック図である。

【図4】フレーム、距離、及び合体されたフレームの概略図である。

【符号の説明】

100 信号処理システム

110 A/Dコンバータ

120 デジタル信号プロセッサ (DSP)

130 クラスター・プロセッサ

140 発音プロセッサ

150 語彙デコーダ

160 言語学的分析器

190 データベース

210 連続信号

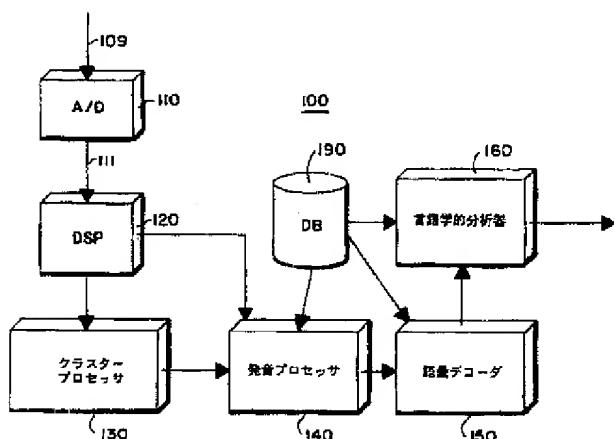
220 デジタル信号

230 フレーム

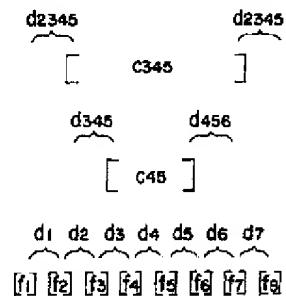
240 クラスター

250 最終クラスター

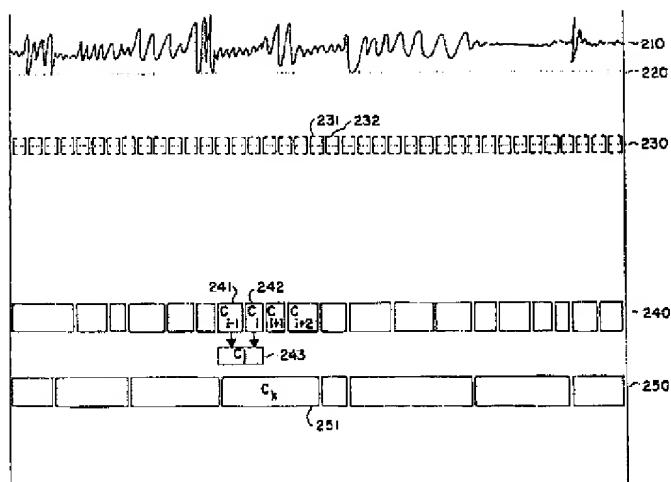
【図1】



【図4】



【図2】



【図3】

$$\begin{array}{c} \boxed{C = y_1^n} \sim 330 \\ \hline 310 \sim \boxed{C_1 = y_1^r} \quad \boxed{C_2 = y_{r+1}^n} \sim 320 \end{array}$$

フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアム ディー ゴールデンタール
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ州
 02139 ケンブリッジ ビーターズ スト
 リート 9-1